

⑮ 発明の名称 真空イントラプタの電極材料とその製造方法

⑯ 特 願 昭59-35025

⑰ 出 願 昭59(1984)2月25日

⑱ 発 明 者	柏 木	佳 行	東京都品川区大崎2丁目1番17号	株式会社明電舎内
⑲ 発 明 者	野 田	泰 司	東京都品川区大崎2丁目1番17号	株式会社明電舎内
⑳ 発 明 者	北 寄	崎 薫	東京都品川区大崎2丁目1番17号	株式会社明電舎内
㉑ 出 願 人	株 式 会 社 明 電 舎		東京都品川区大崎2丁目1番17号	
㉒ 代 理 人	弁 理 士 志 賀 富 士 弥			

明 細 書

1. 発明の名称

真空イントラプタの電極材料とその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 銅20～80重量％、クロム5～45重量％、鉄5～45重量％および炭化クロム0.5～20重量％よりなる複合金属であることを特徴とする真空イントラプタの電極材料。

(2) 前記複合金属の組織状態が、クロム、鉄および炭化クロムの各粉末が拡散結合した多孔質の基材に銅が溶浸された状態であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の真空イントラプタの電極材料。

(3) クロム、鉄および炭化クロムの各粉末を混合し、この混合粉末を非酸化性雰囲気中にて前記

各粉末の融点以下の温度で加熱し相互に拡散結合せしめて多孔質の基材を形成し、次いでこの基材に銅を非酸化性雰囲気中にて銅の融点以上の温度で加熱して溶浸せしめ、銅20～80重量％、クロム5～45重量％、鉄5～45重量％および炭化クロム0.5～20重量％よりなる複合金属としたことを特徴とする真空イントラプタの電極材料の製造方法。

(4) クロム、鉄および炭化クロムの各粉末を混合し、この混合粉末の上に銅を敷置するとともに非酸化性雰囲気中に収納し、先ず銅の融点以下の温度で加熱し前記混合粉末を相互に拡散結合せしめて多孔質の基材を形成し、次いで銅の融点以上の温度で加熱して前記基材に銅を溶浸せしめ、銅20～80重量％、クロム5～45重量％、鉄5

〜45重量%および炭化クロム0.5〜20重量%よりなる複合金属としたことを特徴とする真空イントラプタの電極材料の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 技術分野

本発明は、真空イントラプタの電極材料とその製造方法に関する。

#### 従来技術

一般に、真空イントラプタの電極材料は、次に示す(1)〜(v)の諸特性が要求されている。

- I) しや断性能が高いこと
- II) 耐電圧が高いこと
- III) 消耗が少ないこと
- IV) さい断値が低いこと
- V) 接触抵抗が小さいこと

が著しく低下する欠点があり、しかもさい断電流値が10Aと高いためにしや断時にさい断サージを発生することがあつて遅れ小電流を良好にしや断し得ず、負荷の電気機器の絶縁破壊を招来する虞れがある等の問題があつた。

一方、このような高蒸気圧材料を含有するCu-0.5Bi電極等の欠点を解消すべく、例えば特公昭54-36121号公報(米国特許第3,811,939号)に開示されているような、20重量%のCuと80重量%のタングステン(W)とからなる材料により形成した電極(以下「20Cu-80W電極」という)、または特開昭54-157284号公報(英国公開特許第2,024,257号)に開示された、Cuと低蒸気圧材料(高融点材料)との合金からなる高電圧用の電極が知られている。

VI) 溶着力が小さいこと

電極材料は、真空イントラプタの性能を決定するに最も重要なものであり、上記各特性を全て満足することが望ましい。

従来、例えば特公昭41-12131号公報(米国特許第3,246,979号)に開示されているように、銅(Cu)に0.5重量%のビスマス(Bi)を含有した合金からなる電極(以下「Cu-0.5Bi電極」という)、または特公昭48-36071号公報(米国特許第3,596,027号)に開示された、Cuに微量の高蒸気圧材料(低融点材料)を含有した合金からなる電極が知られている。

しかしながら、かかるCu-0.5Bi電極等は、大電流しや断能力、耐溶着性および導電率に優れてはいるものの、絶縁耐力、特にしや断後の絶縁耐力

しかしながら、かかる20Cu-80W電極等にあつては、絶縁耐力は高くなる利点はあるものの、事故電流の如き大電流をしや断することが困難になる等の問題があつた。

#### 発明の目的

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、大電流および高電圧のしや断に供し得るとともに、特にさい断電流値が低いことにより遅れ小電流を良好にしや断できるような真空イントラプタの電極とその製造方法を提供することを目的とする。

#### 発明の概要

かかる目的を達成するために、本発明は、真空イントラプタの電極材料およびその製造方法を以下に示す(1)〜(3)の構成としたものである。

(1) 真空イントラプタの電極材料を、銅 20 ~ 80 重量%、クロム 5 ~ 45 重量%、鉄 5 ~ 45 重量% および炭化クロム 0.5 ~ 20 重量% よりなる複合金属で構成した。

(2) 上記(1)の複合金属を、クロム、鉄および炭化クロムの各粉末を混合し、この混合粉末を非酸化性雰囲気中にて前記各粉末の融点以下の温度で加熱し相互に拡散結合せしめて多孔質の基材を形成し、次いでこの基材に銅を非酸化性雰囲気中にて銅の融点以上の温度で加熱して溶浸せしめて製造した。

(3) 上記(1)の複合金属を、クロム、鉄および炭化クロムの各粉末を混合し、この混合粉末の上に銅を成膜するとともに非酸化性雰囲気中に収納し、先ず銅の融点以下の温度で加熱し前記混合粉末を

相互に拡散結合せしめて多孔質の基材を形成し、次いで銅の融点以上の温度で加熱して前記基材に銅を溶浸せしめて製造した。

#### 実施例

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明に係る電極材料により形成された電極を備えた真空イントラプタの縦断面図である。第1図に示すように、この真空イントラプタは、円筒状に形成したガラスまたはセラミックス等の絶縁物からなる2本の絶縁筒1, 1を、それぞれの両端に固着した鉄(Fe)-ニッケル(Ni)-コバルト(Co)合金またはFe-Ni合金等の金属からなる薄肉円環状の封着金具2, 2, ...の一方を介し同軸的に接合して1本の絶縁筒にするとともに、

その両端開口部を他方の封着金具2, 2を介しステンレス鋼等からなる円板状の金属端板3, 3により閉塞し、かつ内部を高真空(例えば $5 \times 10^{-8}$  Torr 以下の圧力)に排気して真空容器4が形成されている。

そして、この真空容器4内には、1対の円板状の電極5, 5が、各金属端板3, 3の中央部から真空容器4の気密性を保持して相対的に接近離反自在に導入した対をなす電極棒6, 6を介し、接触離反(接触)自在に設けられている。なお、第1図において、7は金属ベローズ、8は各電極5等を同心状に圍繞する中間電位のシールドである。

ここに、前記各電極5は、Cu 20 ~ 80 重量%、クロム(Cr) 5 ~ 45 重量%、鉄(Fe) 5 ~ 45 重量% および炭化クロム 0.5 ~ 20 重量% よりなる複

合金属で形成されている。なお、この複合金属は、5 ~ 30 %の導電率(IAOS%)を有するものである。

特に、この複合金属の組織状態が、Cr, Fe および炭化クロムの各粉末が拡散結合した多孔質の基材にCuが溶浸された状態であれば最も好ましい。

次に、上記電極材料の各種製造方法について説明する。

第1の方法は、例えば粒径がそれぞれ - 100 メッシュである、Cr, Fe および炭化クロムを所定量機械的に混合する。次に、この混合粉末をCr, Fe, 炭化クロムおよびCuのいずれとも反応しない材料(例えばアルミナ等)からなる容器に収納する。そして、この混合粉末を、非酸化性雰囲気中(例えば $5 \times 10^{-8}$  Torr 以下の圧力の真空中、また

は、水素ガス中、窒素ガス中およびアルゴンガス中)にて前記各粉末の融点以下の温度で加熱保持(例えば600~1000℃で5~60分間程度)し、相互に拡散結合せしめて多孔質の基材を形成する。

その後、この多孔質の基材の上にCuのブロックを載置し、前述の如き非酸化性雰囲気中にてCuの融点以上の温度で加熱保持(例えば1100℃で5~20分間程度)し、前記基材にCuを溶浸させる。

なお、この第1の方法は、多孔質の基材の形成作業とCuの溶浸作業とが、工程を分けて行なわれる場合を示したものである。また、Cuの溶浸方法は、上述の実施例に限定されず、例えば水素ガス等のガス中にてまず多孔質の基材を形成し、その後真空引きによりCuを溶浸させてもよい。

これに対し、第2の方法は、例えば粒径がそれ

ぞれ-100メッシュである、Cr,Feおよび炭化クロムを所定量機械的に混合する。次に、この混合粉末をCr,Fe、炭化クロムおよびCuのいずれとも反応しない材料(例えばアルミナ等)からなる容器に収納するとともに、混合粉末の上にCuのブロックを載置する。そして、これらを前述の如き非酸化性雰囲気中にて、まずCuの融点以下の温度で加熱保持(例えば600~1000℃で5~60分間程度)し、前記混合粉末を相互に拡散結合せしめて多孔質の基材を形成し、次いでCuの融点以上の温度で加熱保持(例えば1100℃で5~20分間程度)して基材にCuを溶浸せしめる。

ここに、第1および第2の方法ともに、金属粉末の粒径は、-100メッシュ(149μm以下)に限定されるものではなく、-60メッシュ(2

50μm以下)であればよい。ただ、粒径が60メッシュより大きくなると、各金属粉末粒子を拡散結合させる場合、拡散距離の増大に伴って加熱温度を高くしたりまたは加熱時間を長くしたりすることが必要となり、生産性が低下することとなる。一方、粒径の上限が低下するにしたがって均一な混合(各金属粉末粒子の均一な分散)が困難となり、また酸化し易いため、その取扱いが面倒であるとともにその使用に際して前処理を必要とする等の問題があるので、おのずと限界があり、粒径の上限は、種々の条件のもとに選定されるものである。

さらに、前記電極材料は、上述の第1および第2の製造方法のほか、例えばCr,Feおよび炭化クロムの金属粉末にCuをも粉末としてCuを含めた

混合粉末を形成し、これをプレス形成し、Cuの融点以下またはCuの融点以上でかつ他の金属の融点以下の温度に加熱保持する方法により製造してもよい。この際、プレス成形した素体の上に、さらにCuを載置してもよく、この場合には加熱温度がCuの融点以上である必要がある。

なお、前記第1および第2の方法いずれにあつても、非酸化性雰囲気としては、真空の方が加熱保持の際に脱ガスが同時に行なえる利点があつて好適なものである。勿論、真空中以外のガス中にて製造した場合にあつても真空イントラプタの電極材料として実用上問題はないものである。また、金属粉末の相互拡散結合に要する、加熱温度と時間は、炉の条件、形成する多孔質基材の形状、大きさ等の条件および作業性等を考慮し、かつ所望

の電極材料としての性質を満足するように加熱保持されるものであり、例えば600℃で1-2時間、または1000℃で10-60分間といった加熱条件で作業が行なわれるものである。

次に、前述の第2の製造方法により、 $5 \times 10^{-2}$  Torrの真空中にて、まず1000℃で60分間加熱保持して多孔質の基材を形成し、次いで1100℃で20分間加熱保持してCuを溶浸せしめた場合の3種の本発明電極材料(複合金属)の組織状態を第2図から第4図までに示すX線写真を用いて説明する。

なお、各電極材料の成分組成(重量%)は、以下に示す3種のものである。

実施例1 Cu50-Cr5-Fe40-Cr, U, 5

実施例2 Cu50-Ur20-Fe20-Cr, U, 10

実施例3 Cu50-Cr40-Fe5-Cr, U, 5

示す特性X線像で、わずかに白く点在する部分がUの存在を示す。さらに、各図(四)のX線写真はUの分散状態を示す特性X線像で、白い部分がCuである。

第2図から第4図で判るように、Ur, Fe および Cr, U, の各粉末が、相互に拡散結合して粒子となり、各粒子がほぼ均一に分散した状態で互いに結合して多孔質の基材を形成し、この基材に溶浸されたCuが、Ur等と相互に拡散結合し、全体として強固な結合体(複合金属)を形成している。

一方、前述の如く、第2の方法により製造した実施例1の成分組成からなる本発明の電極材料を、直径50mm、厚さ6.5mmの円板に形成しかつその周縁を4mmアールの丸味を付けた電極にし、これを第1図に示すような構成の真空インタラプタに

第2図(A)~(四)、第3図(A)~(四)および第4図(A)~(四)は、それぞれ実施例1、実施例2および実施例3の各成分組成の複合金属の組織状態を示すもので、第2図(A)、第3図(A)および第4図(A)のX線写真は、X線マイクロアナライザによる二次電子像で、UrとFeとUr, U, との各粉末が相互に拡散結合し均一に分散して一体化された島状の粒子となり、かつ各島状の粒子が相互に結合して多孔質の基材を形成するとともに、この基材の孔(空隙)にCuが溶浸されている。

また、各図(B)のX線写真は、Urの分散状態を示す特性X線像で、島状に点在する白色の部分がCrである。各図(C)のX線写真は、Feの分散状態を示す特性X線像で、島状に点在する白い部分がFeである。各図(D)のX線写真は、炭素(C)の分散状態を示す特性X線像で、島状に点在する白い部分が炭素(C)である。

1対の電極として組込んで諸性能の検証を行なった。その結果は、下記に示すようになった。

#### (1)電流しや断能力

しや断条件が、定格電圧12kV(再起電圧21kV, JMO-181), しや断速度1.2-1.5m/sの時に12kA(r.m.s.)の電流をしや断することができた。

なお、実施例2および3の成分組成のものも実施例1のものと同様の結果を示した。

#### (2)絶縁耐力

ギャップを3mmに保持し、衝撃波を印加する衝撃波耐電圧試験を行なったところ、 $\pm 110$ kV(バラッキ $\pm 10$ kV)の絶縁耐力を示した。また、大電流(12kA)の複数回しや断後に同様の試験を行なったが、絶縁耐力に変化はなかつた。さらに、進み小電流(80A)のしや断後に同様の試験を

行なつたが、絶縁耐力は殆んど変化しなかつた。

なお、実施例2および3の成分組成のものの絶縁耐力は、いずれも実施例1のものと同様の結果を示した。

### (3) 耐溶着性

130 秒の加圧下で、25kA(r.m.s.)の電流を3秒間通電(IBO短時間電流規格)した後、200 秒の静的な引き外し力で問題なく引き外すことができ、その後の接点抵抗の増加は、4~10%にとどまつた。また、1000秒の加圧下で、50kA(r.m.s.)の電流を3秒間通電した後の引き外しも問題なく、その後の接点抵抗の増加は、0~6%にとどまり、十分な耐溶着性を備えていた。

なお、実施例2および3の成分組成のものの耐溶着力も、実施例1と同様の結果を示した。

なお、実施例2および3の成分組成のものも、実施例1のものと同様の結果を示した。

### (7) 硬 度

硬度は、112~194HV(1 秒)を示した。

なお、実施例2および3の成分組成のものの硬度も実施例1のものと同様の結果を示した。

さらに、実施例1の成分組成の電極材料を用いた真空インタラプタと、従来のOu-0.5B1電極を備えた真空インタラプタとの諸性能を比較したところ、下記に示すようになった。

#### (1) 電流しや断能力

両者同程度であつた。

#### (2) 絶縁耐力

従来のOu-0.5B1電極のものは、10mmのギャップで、実施例1の成分組成による電極の真空インタ

#### (4) 遅れ小電流(誘導性の負荷)のしや断能力

$84 \times \frac{1.5}{\sqrt{3}}$  kV, 30Aの遅れ小電流試験(JEC-181)

を行なつたところ、電流さい断値は、平均1.1 A (標準偏差 $\sigma_n = 1.2$ , 標本数 $n = 100$ )を示した。

なお、実施例2の成分組成のものの電流さい断値は、平均1.4 A ( $\sigma_n = 1.2$ ,  $n = 100$ )を示し、また、実施例3の成分組成のものの電流さい断値は、平均1.3 A ( $\sigma_n = 1.2$ ,  $n = 100$ )を示した。

#### (5) 進み小電流(容量性の負荷)のしや断能力

電圧,  $84 \times \frac{125}{\sqrt{3}}$  kV, 80 Aの進み小電流試験(JBO-181)を、10000回行なつたが再点弧は0回であつた。

#### (6) 導電率

8~11%の導電率(IAOB%)を示した。

ラプタと同じ絶縁耐力であつた。したがつて、本発明に係る電極を備えた真空インタラプタは、従来のOu-0.5B1電極のもの、約3倍の絶縁耐力を有していた。

### (3) 耐溶着性

本発明に係る電極の耐溶着性は、従来のOu-0.5B1電極のその70%であるが実用上殆んど問題なく、必要ならば多少電極開離時の引き外し力を増加させればよい。

#### (4) 遅れ小電流のしや断能力

本発明に係る電極の電流さい断値は、従来のOu-0.5B1電極の電流さい断値の約1/10と小さいので、さい断サージが殆んど問題とならず、かつ開閉後もその値が変化しない。

#### (5) 進み小電流のしや断能力

本発明に係る電極は、従来の Cu-0.5B1 電極に比して2倍のキャパシタンス容量の負荷をしや断することができる。

なお、前記実施例2および3の成分組成に係る電極も、従来の Cu-0.5B1 電極との比較において、上述した実施例1の成分組成に係る電極とほぼ同様の性能を示した。

また、前記実施例においては、炭化クロムとして  $Cr_3O_2$  を用いたが、本発明はかかる実施例に限定されるものではなく、 $Cr_2O_3$ 、または  $Cr_3O_2$ 、 $Cr_2O_3$  を用いてもほぼ同様の結果が得られる。

ところで、複合金属の成分組成が、Cu20～80重量%、Cr5～45重量%、Fe5～45重量%および炭化クロム0.5～2.0重量%の組成範囲以外の場合には、満足する諸特性を得ることができない。

には、電流さい断値が急激に高くなり、2.0重量%を超える場合には、大電流しや断能力が急激に低下した。

#### 発明の効果

以上のように、本発明の真空イントラプタの電極材料は、Cu20～80重量%、Cr5～45重量%、Fe5～45重量%および炭化クロム0.5～2.0重量%よりなる複合金属であるので、従来の、例えば Cu-0.5B1 電極と同様の優れたしや断能力を発揮でき、しかも絶縁耐力をも飛躍的に向上させることができる。また特に、さい断電流値が従来のものに比し極めて低いので、遅れ小電流を良好にしや断することができる。

さらに、この複合金属の組織状態が、Cu 以外の金属の各粉末が拡散結合した多孔質の基材に、

かつた。

すなわち、Cuが2.0重量%未満の場合には、導電率の低下が急激に大きくなり、短時間電流試験後の接触抵抗が急激に大きくなるとともに、定格電流通電時におけるジュール熱の発生が大きいので実用性が低下した。また、Cuが8.0重量%を超える場合には、絶縁耐力が低下するとともに、耐溶着性が急激に悪化した。

また、Crが5重量%未満の場合には、電流さい断値が高くなり、遅れ小電流しや断能力が低下し、4.5重量%を超える場合には、大電流しや断能力が急激に低下した。Feが5重量%未満の場合には、さい断電流値が高くなり、4.5重量%を超える場合には、大電流しや断能力が急激に低下した。さらに、炭化クロムが0.5重量%未満の場合

Cuが溶浸された状態であれば、機械的強度および導電率を一層高めることができる。

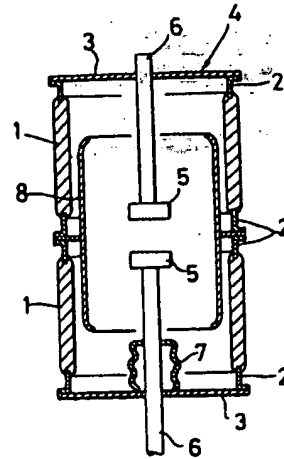
一方、本発明の真空イントラプタの電極材料の製造方法によれば、複合金属を構成する各金属間の結合が良好に行なわれ、その分散状態を均一にでき、本発明の電極材料の有する前記電気的特性、特にさい断電流値を著しく低くでき、また機械的特性の向上も図ることができる。

#### 4.図面の簡単な説明

第1図は本発明の真空イントラプタの電極材料による電極を備えた真空イントラプタの縦断面図、第2図(A)、(B)、(C)、(D)、(E)、第3図(A)、(B)、(C)、(D)、(E)および第4図(A)、(B)、(C)、(D)、(E)はそれぞれ本発明の電極材料の異なる成分組成における組織状態を示すX線写真である。

4...真空容器、5...電極棒、6...電極。

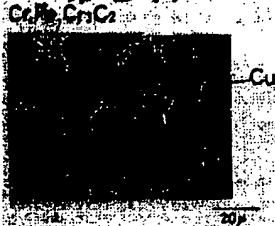
第 1 図



代理人 志賀富士弥



第 2 図(A)



第 2 図(B)



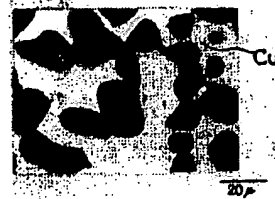
第 2 図(C)



第 2 図(D)



第 2 図(E)



第 3 図(A)



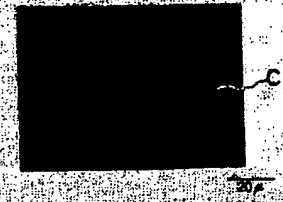
第 3 図(B)



第 3 図(C)



第 3 図(D)



第 3 図(E)





第4図(A)  
Cr, Fe, CrC<sub>2</sub>



第4図(B)



第4図(C)



第4図(D)



第4図(E)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**